

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

By: Markus Nolf Date: October 15, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/673,968  
Applicant : Michael Bauer, et al.  
Filed : September 29, 2003

Docket No. : MAS-FIN-405  
Customer No. : 24131

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents,  
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 102 45 451.5, filed September 27, 2002.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Markus Nolf  
For Applicant

MARKUS NOLFF  
REG. NO. 37,036

Date: October 15, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/av

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 45 451.5

**Anmeldetag:** 27. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, München/DE

**Bezeichnung:** Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip, der flexible Chipkontakte aufweist, und Verfahren zur Herstellung desselben

**IPC:** H 01 L 23/48

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 22. September 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'R. G.', is written over a faint, circular official stamp of the German Patent and Trademark Office (DPMA). The stamp contains the word 'DPMA' and some other illegible text.

FIN 405/200209495

1



Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip, der flexible Chipkontakte aufweist, und Verfahren zur Herstellung desselben.

## 5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip, der flexible Chipkontakte aufweist, und ein Verfahren zur Herstellung desselben.

10

Bei der Herstellung von elektronischen Bauteilen mit Halbleiterchips werden unterschiedliche Materialien mit Hilfe unterschiedlicher Verbindungstechnologien miteinander verbunden. Diese unterschiedlichen Materialien weisen unterschiedliche

15 Ausdehnungskoeffizienten auf, so dass die Zuverlässigkeit der elektrischen und mechanischen Verbindung der Komponenten eines elektronischen Bauteils bei Temperaturwechselbelastungen gefährdet sind. Insbesondere die bei Temperaturwechselbelastungen auftretenden mechanischen Spannungen können zu Delamination und zum Abriss von elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen Komponenten eines elektronischen Bauteils führen, was die Zuverlässigkeit vermindert und den Ausschuss bei Funktionstests unter wechselnder Temperaturbelastung erhöht.

25

Aufgabe der Erfindung ist es, sowohl die Zuverlässigkeit elektronischer Bauteile zu verbessern als auch gleichzeitig ihre Temperaturwechselbeständigkeit zu erhöhen und den Ausschuss beim Funktionstest mit thermischer Wechselbeanspruchung zu vermindern.

30

Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

- 5 Erfindungsgemäß weist das elektronische Bauteil mit einem Halbleiterchip flexible Chipkontakte auf. Dieser flexible Chipkontakt ist auf einer obersten Metallisierungslage des Halbleiterchips angeordnet und zwar in folgender Weise: Auf der obersten Metallisierungslage ist unter Freilassung von
- 10 Kontaktflächen eine Passivierungsschicht angeordnet. Diese Passivierungsschicht kann aus einer Keramiksicht, die Sici- unddioxid und/oder Siliciumnitrid aufweist, und einer darüber angeordneten Kunststoffschicht zusammengesetzt sein.
- 15 Diese unterschiedlichen Materialien auf der Oberseite eines Halbleiterchips sind starr und formschlüssig miteinander verbunden, so dass die Metallisierungslage relativ starre Kontaktflächen ausbildet und die Kunststoffschicht der Passivierungsschicht ebenfalls zumindest gegenüber einer Kunststoff-
- 20 gehäusemasse, die den Halbleiterchip umgibt, relativ starr ist. Auf den starren Kontaktflächen der obersten Metallisierungslage ist erfindungsgemäß jeweils eine Schicht einer gummielastischen Einbettmasse mit elektrisch leitenden Komponenten angeordnet. In dieser gummielastischen Einbettmasse ist
- 25 eine formstabile Kunststoffplatte mit ihrer Unterseite und ihren Randseiten eingebettet. Die Unterseite der formstabilen Kontaktplatte ist über die elektrisch leitenden Komponenten der gummielastischen Einbettmasse mit der starren Kontaktfläche des Halbleiterchips elektrisch verbunden.
- 30 Das erfindungsgemäße elektronische Bauteil hat den Vorteil, dass sich die thermisch stärker ausdehnende Kunststoffgehäusemasse gegenüber der relativ starren Halbleiterchipstruktur

ausdehnen kann, ohne dass es zu einer Delamination des flexiblen Chipkontaktes kommt, da die formstabile Kontaktplatte des flexiblen Chipkontaktes den Verschiebungen der umgebenden Kunststoffgehäusemasse im Gegensatz zu den starren Kontaktflächen des Halbleiterchips folgen kann, ohne dass eine Delamination gegenüber dem Halbleiterchip erfolgt.

Jede Verschiebung der Kunststoffgehäusemasse gegenüber dem Halbleiterchip innerhalb des elektronischen Bauteils wird durch die gummielastische Einbettmasse, in welche die formstabile Kontaktplatte eingebettet ist, abgefangen. Durch diesen flexiblen Chipkontakt in Form einer formstabilen Kontaktplatte, die in eine gummielastische Einbettmasse mit elektrisch leitenden Komponenten eingebettet ist, wird die Zuverlässigkeit der elektronischen Bauteile beim Funktionstest unter wechselnder Temperaturbelastung erhöht und gleichzeitig der Ausschuss vermindert.

Die aufgrund von Temperaturwechselbelastungen auftretenden Spannungen im Bereich von Chipkontakten werden durch die flexible Konstruktion der erfindungsgemäßen Chipkontakte vermindert. Aufgrund der formstabilen Kontaktplatte kann jede beliebige Verbindungstechnik auf einem Halbleiterchip für entsprechende elektronische Bauteile angewandt werden, so dass sowohl Flip-Chip-Verbindungen als auch Bondverbindungen möglich sind. Bei Flip-Chip-Verbindungen kann auf das aufwendige Einbringen eines Unterfüllmaterials, das den Zwischenraum zwischen den Chipkontakten und einer übergeordneten Leiterplattenstruktur auffüllt, verzichtet werden. Darüber hinaus können auf der formstabilen Kontaktplatte beliebig kleine Flip-Chip-Kontakte aufgebracht werden, zumal diese Kontakte nicht durch ihre Größe die thermomechanischen Spannungen aufnehmen müssen. Somit wird mit dem erfindungsgemäßen elektro-

nischen Bauteil eine Minderung der Bauteilhöhe erreicht, zumal auf Bondköpfe, Säulenkontakte und andere hoch aufragende Flip-Chip-Kontaktformen verzichtet werden kann und auf der formstabilen Kontaktplatte Flächenkontakte zum Verbinden mit entsprechenden Kontaktanschlussflächen auf einer Leiterplatte möglich sind.

Die Randbereiche der Oberseite der formstabilen Kontaktplatte können eine Abdeckung aus Einbettmasse aufweisen. Diese Abdeckung aus Einbettmasse hat den Vorteil, dass die formstabile Kontaktplatte des flexiblen Chipkontaktes nicht nur kraftschlüssig, sondern auch formschlüssig in der Einbettmasse verankert werden kann. Die elektrisch leitenden Komponenten können in unterschiedlicher Form in der Einbettmasse angeordnet sein. So kann die Einbettmasse elektrisch leitende Fasern aufweisen, die bei einem hohen Füllgrad von 60 bis 80 Gew.% eine elektrische Verbindung zwischen der starren Kontaktfläche des Halbleiterchips und der Unterseite der formstabilen Kontaktplatte gewährleisten.

Insbesondere ein Filz, der elektrisch leitende Fasern aufweist, kann mit gummielastischem Material aufgefüllt sein und die gummielastische Einbettmasse bilden. Dabei stellen die elektrisch leitenden Fasern des Filzes die elektrische Verbindung zwischen starrer Kontaktfläche des Halbleiterchips und der Unterseite der formstabilen Kontaktplatte her. Eine weitere Möglichkeit, elektrisch leitende Komponenten auf der Kontaktfläche aufzubringen, besteht darin, feinste Bonddrähte durch Aufbenden eines Bondbogens auf der starren Kontaktfläche des Halbleiterchips aufzubringen, so dass der Bonddraht über diesen gebondeten Bondbogen auf der starren Kontaktfläche fixiert ist. Der Bonddraht ist nach kurzer Ausziehstrecke aus der Bonddrahtführung gekappt, so dass ein frei schwingen-

des Ende zur Verfügung steht. Dieser Bonddraht kann mit seinem Bondbogen in eine gummielastische Einbettmasse eingebettet sein, wobei das freie Ende des Bonddrahtes aus der Einbettmasse herausragt. Beim Einbringen der formstabilen Kontaktplatte in die gummielastische Einbettmasse kann dann das freie Ende die elektrische Verbindung zwischen Unterseite der Kontaktplatte und Oberseite der starren Kontaktfläche auf dem Halbleiterchip herstellen.

- 10 Wesentlich geringere Abmessungen als Bonddrähte weisen Metallwhisker auf, die als elektrisch leitende Komponenten auf der starren Kontaktfläche chemisch oder galvanisch abgeschieden sein können und eine flexible elektrische Verbindung in der gummielastischen Einbettmasse zwischen der Unterseite der formstabilen Kontaktplatte und der Oberseite der starren Kontaktfläche bereitstellen können.

- Weiterhin können in der Einbettmasse Nanopartikel aus elektrisch leitendem Material, wie einer Silberlegierung, vorgesehen werden. Derartige Nanopartikel weisen einen Durchmesser im Bereich von einigen zehn Nanometern auf und bilden beim Herstellen einer gummielastischen Einbettmasse flexible Agglomerate elektrisch leitender Nanopartikel aus. Diese Agglomerate elektrisch leitender Nanopartikel haben den Vorteil, dass sie lediglich über van der Waalssche-Kräfte zusammengehalten werden und sich den Bewegungen der formstabilen Kontaktplatte auf der Einbettmasse anpassen können und somit eine ständige elektrische Verbindung zwischen Unterseite der formstabilen Kontaktplatte und Oberseite der starren Kontaktfläche des Halbleiterchips bereitstellen.

Eine formstabile Kontaktplatte kann zur Erhöhung ihrer Stabilität einen Verbundwerkstoff aus Metall und Keramik aufwei-

- sen. Dabei bildet die Keramik ein formstabiles Skelett, das mit Metall aufgefüllt ist, so dass die formstabile Kontaktplatte sowohl Flip-Chip-Kontakte als auch Bondverbindungen aufnehmen kann. Dazu kann die Kontaktplatte eine Keramik-
- 5 schicht mit Metall gefüllten, durchgängigen Poren aufweisen und auf ihrer Oberseite von einer geschlossenen Metallschicht bedeckt sein. Diese geschlossene Metallschicht auf der Ober-
- 10 seite erleichtert das Anbringen von starren Flip-Chip-Kontakten oder von entsprechenden Bonddrähten. Um die Kontaktgabe auf der Unterseite zu den elektrisch leitenden Kom-
- ponenten der gummielastischen Einbettmasse zu verbessern, kann auch die Unterseite der formstabilen Kontaktplatte eine geschlossene Metallschicht aufweisen.
- 15 Die strukturierte Schicht aus Einbettmasse kann von einer starren Kunststoffschicht insbesondere aus Polyimid umgeben sein, wobei die Polyimidschicht dafür sorgt, dass sich die Einbettmasse auf Fenster in der starren Kunststoffschicht be-
- 20 schränkt, die einen Zugriff auf die starren Kontaktflächen des Halbleiterchips ermöglichen. Gleichzeitig stabilisiert die umgebende, starre Kunststoffschicht die Position der gummielastischen Einbettmasse und beschränkt diese auf die vorgesehenen Fenster in der starren Kunststoffschicht.
- 25 Erfindungsgemäß wird ein Halbleiterwafer mit mehreren Halbleiterchippositionen für mehrere elektronische Bauteile geschaffen, wobei die Halbleiterchippositionen in Zeilen und Spalten auf dem Halbleiterwafer angeordnet sind. Die in jeder Halbleiterchipposition vorgesehenen Halbleiterchips weisen
- 30 die oben erörterten Eigenschaften und Merkmale auf und haben insbesondere flexible Chipkontakte, welche die Verbindungstechnik innerhalb eines elektronischen Bauteils vereinfachen. Ein derartiger Halbleiterwafer ist eine Handelsware und wird



in jeder seiner Halbleiterchippositionen vorgetestet, bevor der Halbleiterwafer zu Halbleiterchips vereinzelt wird, um sicherzustellen, dass funktionsuntüchtige Halbleiterchips entsprechend markiert und nach dem Vereinzeln aussortiert werden können.

Ein Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauteils mit einem Halbleiterchip, der flexible Chipkontakte besitzt, weist nachfolgende Verfahrensschritte auf. Zunächst wird ein Halbleiterwafer mit mehreren Halbleiterchippositionen in Zeilen und Spalten bereitgestellt. Anschließend werden integrierte Schaltungen in jede der Bauteilposition eingebracht, wobei unterschiedliche Halbleiterstrukturen im Oberflächenbereich des Halbleiterwafers realisiert werden.

Nach dem Fertigstellen der Halbleiterstrukturen werden Metallisierungsstrukturen in jeder Bauteilposition aufgebracht mit starren Kontaktflächen in einer obersten Metallisierungslage. Um die starren Kontaktflächen zu begrenzen, wird eine flächenstrukturierte starre Kunststoffschicht unter Freilassen der Kontaktflächen in Fenstern der Kunststoffschicht aufgebracht. In diesen Fenstern werden anschließend die flexiblen Chipkontakte realisiert. Dazu wird zunächst eine flächenstrukturierte Schicht einer gummielastischen Einbettmasse mit elektrisch leitenden Komponenten in die Fenster der starren Kunststoffschicht eingebracht. Anschließend wird auf diese gummielastische Schicht in jedem der Fenster eine formstabile Kontaktplatte aufgebracht.

Nun kann der Halbleiterwafer in Halbleiterchips getrennt werden, und diese können auf einen Schaltungsträger aufgebracht werden. Nach einem Verbinden der formstabilen Kontaktplatten mit entsprechenden Kontaktanschlussflächen auf dem Schal-

tungsträger über Flächenkontakte oder über Außenkontakte wird der Halbleiterchip auf dem Schaltungsträger in ein Gehäuse verpackt. Dieses Gehäuse kann mit Hilfe eines Transfermold-  
5 Verfahrensschritt gleichzeitig für mehrere elektronische Bauteile auf dem Schaltungsträger realisiert werden. Auch eine Einzelfertigung von einzelnen Schaltungsträgern ist denkbar.

10 Zum Herstellen einer flächenstrukturierten gummielastischen Schicht mit elektrisch leitenden Komponenten können zunächst in den Fenstern Bondbögen aufgebondet werden. Mit diesen Bondbögen sind Bonddrähte auf den starren Kontaktflächen fixiert und bilden frei zugängliche Bonddrahtenden. Anschließend kann eine Einbettmasse in der Weise aufgebracht werden,  
15 dass die freien Enden der Bonddrähte aus der gummielastischen Einbettmasse herausragen, so dass beim Herstellen und Aufbringen der Kontaktplatte diese auf ihrer Unterseite mit den freien Enden der Bondbögen in Kontakt tritt.

20 Eine weitere Möglichkeit zum Herstellen der flächenstrukturierten gummielastischen Schicht mit elektrisch leitenden Komponenten besteht darin, zunächst die gummielastische Einbettmasse mit elektrisch leitenden Komponenten, insbesondere mit Nanopartikeln und/oder mit Metallfasern zu mischen. Anschließend werden die Fenster in der starren Kontaktschicht  
25 mit dieser Mischung aufgefüllt. Beim Aufbringen der formstabilen Kontaktplatte liefern die Nanopartikel und/oder die Metallfasern die elektrische Verbindung zwischen den starren Kontaktflächen des Halbleiterchips und der Unterseite der  
30 formstabilen Kontaktplatte.

Durch Aufspattern eines Verbundwerkstoffs aus Keramik und Metall auf die gummielastische Schicht mit anschließendem

Strukturieren der aufgesputterten Schicht aus Verbundwerkstoff können formstabile Kontaktplatten in den Fenstern der starren Kunststoffschicht auf der Oberseite des Halbleiterchips hergestellt werden. Zur Verbesserung der Kontaktgabe des Verbundwerkstoffs kann auf diese Schicht aus Keramik und Metall eine reine Metallschicht aufgebracht werden, die gleichzeitig oder nacheinander flächenstrukturiert werden können, um die formstabilen Kontaktplatten in den Fenstern zu bilden.

Weiterhin kann es vorgesehen werden, dass zunächst auf die elastische Schicht in den Fenstern eine Metallschicht aufgebracht wird, um den Kontakt auf der Unterseite zu den elektrisch leitenden Komponenten der gummielastischen Einbettmasse zu verbessern und anschließend eine poröse Keramikschicht mit Durchgangsporen aufgebracht wird. Abschließend wird dann eine Metallschicht unter Auffüllen der Durchgangsporen auf dem Halbleiterwafer abgeschieden, und schließlich werden zur Bildung von Kontaktplatten auf den Fenstern diese Schichten flächenstrukturiert.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit der erfindungsgemäßen Verbindungstechnologie thermomechanischer Stress durch den flexiblen Chipkontakt vermindert wird. Damit werden typische Versagensmechanismen, wie Bruchflächen in der Nähe von Chipkontakten vermieden, weil der erfindungsgemäße flexible Chipkontakt gummielastisch nachgeben kann. Es wird somit ein gummielastischer Effekt sowohl in der Ebene der Kontaktplatten als auch zu den tiefer liegenden Metallebenen erreicht.

Die laterale Einbettung der flexiblen Chipkontakte wird durch Herstellen von Fenstern in einer starren Kunststoffschicht

aus einem Epoxidharz und einem Polyimid oder aus ähnlichen Materialien erreicht. Die elektrische Anbindung der Kontaktplatte zu die darunter liegenden starren Kontaktflächen des Halbleiterchips wird durch die oben erwähnten unterschiedli-  
5 chen elektrisch leitenden Komponenten in der gummielastischen Einbettmasse erreicht.

Um eine nahezu komplette Einbettung der Kontaktplatte in die gummielastische Masse zu erreichen und eine sichere mechanische Verankerung zu gewährleisten, sind die Randbereiche der  
10 Kontaktfläche von der flexiblen, anisotrop leitenden Einbettmasse bedeckt. Die anisotrope Leitfähigkeit des Materials wird im wesentlichen durch die Vielzahl von elektrisch leitenden Komponenten, die in die gummielastische Einbettmasse  
15 aufgenommen werden, erreicht und kann insbesondere durch Einbau von Bondbögen, von Metallwhiskern, von elektrisch leitenden Fasern und/oder von Nanopartikeln verstärkt werden.

B 20 Die Erfindung wird nun anhand von den beiliegenden Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen flexiblen Chipkontakt auf einem Halbleiterchip einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

25 Figur 2 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen flexiblen Chipkontakt auf einem Halbleiterchip einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

30 Figur 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen flexiblen Chipkontakt auf einem Halbleiterchip einer dritten Ausführungsform der Erfindung,

Figur 4 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen flexiblen Chipkontakt auf einem Halbleiterchip einer vierten Ausführungsform der Erfindung,

5 Figur 5 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein Halbleiterbauteil mit einem flexiblen Chipkontakt gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,

10 Figur 6 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht eines Halbleiterwafers mit Halbleiterchippositionen.

Figur 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen flexiblen Chipkontakt 3 auf einem Halbleiterchip 2 einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Von dem Halbleiterchip 2 ist in dieser Querschnittsansicht nur die oberste Metallisierungslage 4 zu sehen. Aufgrund ihrer geringen Dicke zwischen 0,5 und 2 µm, sowie wegen der intensiven Haftung der Metallisierung auf den Materialien des Halbleiterchips 2 sind die Kontaktflächen 5 der obersten Metallisierungslage äußerst starr und unnachgiebig. Sie sind zwar für ein Bonden oder ein Auflöten von Außenkontakten geeignet, jedoch steht die Verbindungsstelle beim Einbringen der Halbleiterchips in ein Bauteilgehäuse ständig unter der Belastung von Scherspannungen aufgrund des geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Siliciums und des um mehr als den Faktor drei größeren Ausdehnungskoeffizienten der umgebenden Kunststoffgehäusmasse. Die starren Kontaktflächen auf dem Siliciumhalbleiterchip sind somit eine Ursache für das Versagen von elektronischen Bauteilen bei Temperaturwechselbelastungen.

30

Die starre Kontaktfläche 5 ist von einer starren Kunststoffschicht 24 umgeben, die Fenster 29 aufweist, welche die Kontaktflächen 5 freigeben. In diesen Fenstern 29 der starren

Kunststoffschicht 24 ist eine gummielastische Einbettmasse 7 einer gummielastischen Schicht 6 angeordnet, die elektrisch leitende Komponenten 8 aufweist. In die gummielastische Masse 7 ist eine formstabile Kontaktplatte 9 mit ihrer Unterseite 10 und ihren Randseiten 11 und 12 eingebettet. Die Unterseite 10 der Kontaktplatte 9 und die starre Kontaktfläche 2 sind über die elektrisch leitenden Komponenten 8 in der gummielastischen Einbettmasse 7 elektrisch miteinander verbunden. Praktisch schwimmt die formstabile Kontaktplatte 9 auf der gummielastischen Einbettmasse 7 und ist über die elektrisch leitenden Komponenten 8 mit der starren Kontaktfläche 5 verbunden.

Um die formstabile Kontaktplatte 9 in der Einbettmasse 7 zu verankern, sind die Randbereiche 34 der formstabilen Kontaktplatte 9 von einer Schicht aus gummielastischer Einbettmasse 7 bedeckt. Eine derartige Abdeckung 14 der Kontaktplatte 9 in ihrem Randbereich 34 der Oberseite 13 kann nach dem Einbetten der Kontaktplatte 9 mit ihrer Unterseite 10 und ihren Randseiten 11 und 12 aufgebracht werden. Die formstabile Kontaktplatte 9 ist zwar in sich ebenfalls starr, sie kann aber auf der flexiblen Einbettmasse 7 lateral verschoben werden und somit eventuellen Scherspannungen nachgeben beziehungsweise derartige Scherspannungen abbauen, ohne dass der elektrische Kontakt über die elektrisch leitenden Komponenten 8 zu der starren Kontaktfläche 5 unterbrochen wird.

Um die Formstabilität der Kontaktplatte zu gewährleisten, ist sie in der ersten Ausführungsform der Erfindung mehrschichtig aufgebaut. Die Stabilität wird durch eine poröse Keramikschicht 23 erreicht, die offene Poren aufweist und von einer Metallschicht 21 bedeckt ist, die gleichzeitig die Poren der Keramikschicht 23 mit Metall füllt. Dieses Auffüllen der Ke-

ramikschicht 23 mit elektrisch leitendem Metall kann auch dadurch erreicht werden, dass ein Verbundwerkstoff aus Keramik und Metall die Keramikschicht 23 bildet.

- 5 Die Flächengröße einer derartigen Kontaktplatte liegt bei  $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ . Diese Kontaktplatte 9 ist von einem Ring aus gummielastischer Einbettmasse 7 mit einer Breite zwischen 1 und  $5 \mu\text{m}$  umgeben. Die gummielastische Schicht 5 unterhalb der formstabilen Kontaktplatte 9 weist eine Dicke zwischen 2 und 10  $25 \mu\text{m}$  auf. Die formstabile Kontaktplatte 9 hat eine Dicke zwischen 5 und  $25 \mu\text{m}$ . Entsprechend dick wird die starre Kunststoffschicht 24 ausgebildet, um in dem Fenster 29 eine derartige Struktur mit einem flexiblen Chipkontakt 3 unterzubringen. Die Dicke der starren Kunststoffschicht 24 liegt 15 demnach zwischen 7 und  $50 \mu\text{m}$ .

- Die elektrisch leitenden Komponenten 8 sind in dieser ersten Ausführungsform der Erfindung Metallwhisker, die noch vor einem Aufbringen einer gummielastischen Einbettmasse auf der 20 starren Kontaktfläche chemisch oder galvanisch abgeschieden werden. Für dieses Whisker-Wachstum werden entsprechende Randbedingungen bei der Abscheidung eingestellt. Dabei werden die Whisker mit der starren Kontaktfläche 5 fest verbunden und können, da sie äußerst flexibel sind, mit ihren freien 25 Enden aus der einzubringenden gummielastischen Schicht 6 herausragen, so dass sie elektrisch mit der Unterseite der formstabilen Kontaktplatte 9 verbindbar sind. Der Durchmesser dieser Whisker liegt im Bereich zwischen  $0,5$  und  $3 \mu\text{m}$ .

- 30 Somit wird mit dieser ersten Ausführungsform der Erfindung ein flexibler flacher Chipkontakt 3 geschaffen, an den unmittelbar Flachleiterstrukturen einer Leiterplatte angeschlossen werden können, wobei die Leiterplatte einen wesentlich größer-

ren Ausdehnungskoeffizienten als der Halbleiterchip 2 aufweisen kann, ohne dass die Gefahr einer Delamination der starren Kontaktfläche 5 oder einer Unterbrechung der elektrischen Verbindung zu der Struktur auf der Leiterplatte selbst bei  
5 extremer Temperaturbelastung auftreten kann.

Figur 2 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen flexiblen Chipkontakt 3 auf einem Halbleiterchip 2 einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in Figur 1 werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erörtert.  
10

Der Unterschied des flexiblen Chipkontaktes 3 der zweiten Ausführungsform zu dem flexiblen Chipkontakt 3 der ersten Ausführungsform besteht in der Ausbildung der elektrisch leitenden Komponenten 8 in der gummielastischen Einbettmasse 7.  
15 In dieser zweiten Ausführungsform der Erfindung wurden Bonddrähte mittels Bondbögen auf der starren Kontaktfläche 2 in dem Fenster 29 gebonded und die Bonddrähte als freie Enden 18 von den Bondbögen 17 abgezogen. Diese freien Enden 18 können  
20 zunächst aus der gummielastischen Schicht 6 nach deren Einbringung und Strukturierung herausragen, so dass sie einen sicheren elektrischen Kontakt mit der Unterseite 10 der formstabilen Kontaktplatte 9 bilden. Für das Einbringen von Bondbögen 17 mit Bonddrähten 16 ist die Dicke der gummielastischen Schicht 6 unter der Kontaktplatte 9 wesentlich dicker  
25 ausgeführt als bei der ersten Ausführungsform der Erfindung und reicht bis an das oberste Maß von 25µm heran. Als Bonddrähte 16 werden Golddrähte mit minimalem Durchmesser eingesetzt, der zwischen 8 und 18µm liegt.  
30

Figur 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen flexiblen Chipkontakt 3 auf einem Halbleiterchip 2 einer



dritten Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Ausführungsformen werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erörtert.

5 Bei dieser dritten Ausführungsform der Erfindung können außerst geringe Schichtdicken für die gummielastische Schicht 6 zwischen der starren Kontaktfläche 5 und der Unterseite 10 der formstabilen Kontaktplatte 9 realisiert werden. Als elektrisch leitende Komponenten werden in die gummielastische Einbettmasse Nanopartikel aus Metallen gemischt, die sich noch vor dem Erkalten der gummielastischen Einbettmasse zu flexiblen Agglomeraten 20 aufgrund ihrer gegenseitigen hohen van der Waalsschen Anziehungskräfte zusammenziehen.

15 Diese sehr lockeren van der Waalsschen Bindungen der Nanopartikel 19 in den Agglomeraten 20 ermöglicht es, dass sich die Agglomerate 20 den unterschiedlichen Bewegungen der formstabilen Kontaktplatte 9 gegenüber der starren Kontaktfläche 4 anpassen und eine elektrische Verbindung zwischen der Unterseite 10 der Kontaktplatte 9 und der starren Kontaktfläche 5 gewährleisten. Eine gummielastische Schicht 6 mit derartigen Nanopartikeln 19 kann somit besonders in den unteren Dickenbereichen von 2 bis 8 µm für einen flexiblen Chipkontakt eingesetzt werden.

Figur 4 zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen flexiblen Chipkontakt 3 auf einem Halbleiterchip 2 einer vierten Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Ausführungsformen werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erörtert.

Die vierte Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich von den vorhergehenden Ausführungsformen dadurch, dass als elektrische Komponenten 8 in die Einbettmasse 7 Metallfasern in Form eines Metallfilzes eingebracht sind. Diese Metallfasern weisen Durchmesser zwischen 1  $\mu\text{m}$  und 10  $\mu\text{m}$  auf und werden beim Mischen der gummielastischen Einbettmasse mit diesen Kurzfasern derart miteinander verfilzt, dass ein sicherer elektrischer Kontakt zwischen der starren Kontaktfläche 5 und der Unterseite 10 der formstabilen Kontaktplatte 9 gewährleistet wird. Darüber hinaus ist die formstabile Kontaktplatte 9 auch auf ihrer Unterseite 10 mit einer Metallschicht 22 bedeckt, die für einen sicheren Kontakt zu den elektrisch leitenden Komponenten in Form von ineinander verfilzten elektrischen Fasern 15 sorgt.

15 Mit einer derartigen Ausführungsform der Erfindung wird der mittlere Bereich der Dicke der gummielastischen Schicht 6 zwischen der starren Kontaktfläche 5 und der metallisierten Unterseite 10 der Kontaktplatte 9 abgedeckt. Dieser mittlere Bereich der Dicken liegt zwischen 8 und 15  $\mu\text{m}$ .

Figur 5 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein Halbleiterbauteil 1 mit einem flexiblen Chipkontakt 3 der ersten Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Ausführungsformen werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erörtert.

Der Halbleiterchip 2 ist mit seinen flexiblen Chipkontakten 3 in einer Kunststoffgehäusemasse 35 zur Ausbildung des Gehäuses 32 eingebettet. Diese Kunststoffgehäusemasse 35 ist auf einem Schaltungsträger 30 angeordnet, der Außenkontakte 36 aufweist. Der Schaltungsträger 30 weist mehrere Isolationsla-

gen auf, die teilweise Durchkontakte 37 und teilweise Umverdrahtungsleitungen 38 einschließen. Auf der dem Halbleiterchip 2 zugewandten Lage des Schaltungsträgers 30 sind Kontaktanschlussflächen 31 angeordnet, die in dieser Ausführungsform der Erfindung über mikroskopisch kleine Lötballen 39 mit den flexiblen Chipkontakten 3 des Halbleiterchips 2 verbunden sind. Anstelle von Lötballen können in einem hier nicht gezeigten Beispiel auch flächige Lötsschichten auf den Kontaktanschlussflächen 31 angeordnet sein, um die Bauteilhöhe zu minimieren.

Der Durchmesser dieser mikroskopisch kleinen Lötballen liegt im Bereich von 50 µm in diesem Ausführungsbeispiel, während der Durchmesser der Außenkontakte 36 mehrere hundert Mikrometer beträgt. Während die flexiblen Chipkontakte 3 des Halbleiterchips 2 in den Fenstern 29 einer starren Kunststoffschicht 24 aus Polyimid angeordnet sind, werden metallische Außenkontaktflächen, auf denen die Außenkontakte 36 angeordnet sind, durch eine Lötstopplackschicht 41 auf dem Schaltungsträger 30 begrenzt. Anstelle von Lötballen 39 oder anstelle von hier nicht gezeigten Lötsschichten können auch Leitkleber verwendet werden, um eine elektrische Verbindung zwischen der Trägerplatte 30 mit ihren Kontaktanschlussflächen 31 und dem Halbleiterchip 2 mit seinen flexiblen Chipkontakten 3 zu gewährleisten. Auch in diesem nicht gezeigten Fall kann die Bauteilhöhe des elektronischen Bauteils 1 wesentlich vermindert werden.

Figur 6 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht eines Halbleiterwafers 25 mit Halbleiterchippositionen 26. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Ausführungsformen werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erörtert.

Die Halbleiterchippositionen 26 sind in Spalten 28 und Zeilen 27 auf dem Halbleiterwafer 25 angeordnet und weisen jeweils einen Halbleiterchip 2 auf, der mit flexiblen Chipkontakten ausgestattet ist. Nach dem Einbringen über entsprechende Mas-  
5 kentechnologie, Diffusionstechnologie oder Ionenimplantationstechnologie von integrierten Schaltungsstrukturen in jeder Bauteilpositionen werden auf diesen Halbleiterchip mehrere Metallisierungsstrukturen in jeder der Bauteilpositionen  
10 26 mit starren Kontaktflächen in einer obersten Metallisierungslage eingebracht. Auf diese oberste Metallisierungslage wird schließlich eine flächenstrukturierte, starre Kunststoffschicht auf den gesamten Wafer aus Polyimid aufgebracht und anschließend mit einem Photolithographieschritt werden in  
15 den starren Kunststoff aus Polyimid Fenster eingebracht, welche die starren Kontaktflächen freilegen.

Auf diesen starren Kontaktflächen können elektrisch leitende Komponenten, wie Metallwhisker oder Bonddrähte aufgebracht  
20 werden und anschließend teilweise in einer Einbettmasse eingebettet werden, oder es kann eine Einbettmasse mit elektrisch leitenden Komponenten zunächst gemischt werden und dann eine Schicht aus dieser Einbettmasse auf den Wafer aufgetragen werden, wobei diese Schicht dann flächenstrukturiert  
25 wird und nur noch in den Fenstern der starren Kunststoffschicht verbleibt. Danach wird jeweils in jedem der Fenster eine formstabile Kontaktplatte auf der gummielastischen Schicht hergestellt, womit praktisch ein flexibler Chipkontakt in jeder Kontaktflächenposition eines Halbleiterchips  
30 für einen gesamten Halbleiterwafer und damit für mehrere Halbleiterchippositionen gleichzeitig realisiert wird.

Ein derartiger Halbleiterwafer 25, wie ihn Figur 6 zeigt,  
wird nach der Fertigstellung entlang der Trennlinien 42 zu  
einzelnen Halbleiterchips 2 getrennt, die dann auf einem  
Schaltungsträger positioniert werden, wobei ihre flexiblen  
5 Chipkontakte mit entsprechenden Kontaktanschlußflächen des  
Schaltungsträgers elektrisch verbunden werden.

## Bezugszeichenliste

	1	elektronisches Bauteil
	2	Halbleiterchip
5	3	flexible Chipkontakte
	4	oberste Metallisierungslage
	5	starre Kontaktflächen
	6	Schicht
	7	gummielastische Einbettmasse
10	8	elektrisch leitende Komponenten
	9	formstabile Kontaktplatte
	10	Unterseite der Kontaktplatte
	11, 12	Randseiten der Kontaktplatte
	13	Oberseite der Kontaktplatte
15	14	Abdeckung der Kontaktplatte
	15	elektrisch leitende Fasern
	16	Bonddrähte
	17	Bondbogen
	18	freies Ende der Bonddrähte
20	19	Nanopartikel
	20	flexible Agglomerate
	21	Metallschicht auf der Oberseite der Kontaktplatte
	22	Metallschicht auf der Unterseite der Kontaktplatte
	23	Keramiksicht
25	24	formstabile Kunststoffschicht
	25	Halbleiterwafer
	26	Halbleiterchipposition
	27	Zeilen
	28	Spalten
30	29	Fenster
	30	Schaltungsträger
	31	Kontaktanschlussflächen für Chipkontakte
	32	Gehäuse

	33	Oberseite des Halbleiterwafers
	34	Randbereiche der Kontaktplatte
	35	Kunststoffgehäusemasse
	36	Außenkontakte
5	37	Durchkontakte
	38	Umverdrahtungsleitungen
	39	Lötbälle
	40	Außenkontaktfläche
	41	Lötstopplackschicht
10	42	Trennlinie

## Patentansprüche

1. Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip (2), der flexible Chipkontakte (3) aufweist, wobei eine oberste  
5 Metallisierungslage (4) des Halbleiterchips (2) starre Kontaktflächen (5) aufweist, auf denen jeweils eine Schicht (6) einer gummielastischen Einbettmasse (7) mit elektrisch leitenden Komponenten (8) angeordnet ist, und  
10 wobei eine formstabile Kontaktplatte (9) mit ihrer Unterseite (10) und ihren Randseiten (11, 12) in der Einbettmasse (7) eingebettet ist und wobei wenigstens die Unterseite (10) der Kontaktplatte (9) über die elektrisch leitenden Komponenten (8) der Einbettmasse (7) mit der Kontaktfläche (5) des Halbleiterchips (2) elektrisch verbunden ist.  
15
2. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
20 Randbereiche (11, 12) der Oberseite der Kontaktplatte (13) eine Abdeckung (14) aus Einbettmasse (7) aufweisen.
3. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass  
25 die Einbettmasse (7) elektrisch leitende Fasern (15) aufweist.
4. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass  
30 die Einbettmasse (7) einen Filz aus elektrisch leitenden Fasern (15) aufweist.
5. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass



die Einbettmasse (7) Bonddrähte (16) aufweist, die durch Bondbögen (17) auf der Kontaktfläche (5) befestigt sind und deren freie Enden (18) mit der Unterseite (10) der Kontaktplatte (9) in Kontakt stehen.

5

6. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbettmasse (7) elektrisch leitende Nanopartikel (19) aufweist.

10

7. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Einbettmasse (7) flexible Agglomerate (20) elektrisch leitender Nanopartikel (19) aufweist.

15

8. Elektronisches Bauteil nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktplatte (9) einen Verbundwerkstoff aus Metall und Keramik aufweist.

20

9. Elektronisches Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktplatte (9) eine Keramiksicht (23) mit metallgefüllten durchgängigen Poren aufweist, wobei die Oberseite (13) und/oder die Unterseite (10) der Kontaktplatte (9) mit einer geschlossenen Metallschicht bedeckt ist.

25

- 30 10. Elektronisches Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (6) aus Einbettmasse (7) von einer starren

Kunststoffschicht (24), insbesondere aus Polyimid, umgeben ist.

11. Halbleiterwafer mit mehreren Halbleiterchippositionen  
5 (26) für mehrere elektronische Bauteile (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Halbleiterchippositionen (26) in Zeilen (27) und Spalten (28) auf dem Halbleiterwafer (25) angeordnet sind, und jede der Halbleiterchippositionen (26) flexible Chipkontakte (3) aufweist und wobei der Halbleiterwafer (25) zu Halbleiterchips (2) vereinzelbar ist.
12. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauteils  
15 (1) mit einem Halbleiterchip (2), der flexible Chipkontakte (3) aufweist, wobei das Verfahren nachfolgende Verfahrensschritte aufweist:
- Bereitstellen eines Halbleiterwafers (25) mit mehreren Halbleiterchippositionen (26) in Zeilen (27) und Spalten (28),
  - 20 - Einbringen einer integrierten Schaltung in jeder der Bauteilpositionen (26),
  - Aufbringen von Metallisierungsstrukturen in jeder der Bauteilpositionen (26) mit starren Kontaktflächen (5) in einer obersten Metallisierungslage (4),
  - 25 - Aufbringen einer flächenstrukturierten starren Kunststoffschicht (24) unter Freilassen der Kontaktflächen (5) in Fenstern (29) der Kunststoffschicht (24),
  - Herstellen einer flächenstrukturierten Schicht (6) einer gummielastischen Einbettmasse (7) mit elektrisch leitenden Komponenten (8), welche die Fenster (29) in der starren Kunststoffschicht (24) auffüllt,
  - 30

- Aufbringen jeweils einer formstabilen Kontaktplatte (9) auf die gummielastische Schicht (6) in jedem der Fenster (29),
- Trennen des Halbleiterwafers (25) in Halbleiterchips (2),
- Aufbringen der Halbleiterchips (2) auf Schaltungsträger (30),
- Verbinden der Kontaktplatten (9) mit Kontaktanschlussflächen (31) auf den Schaltungsträgern (30),
- Verpacken der Halbleiterchips (2) auf den Schaltungsträgern (30) in einem Gehäuse (32).

12. Verfahren nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zum Herstellen einer flächenstrukturierten gummielastischen Schicht (6) mit elektrisch leitenden Komponenten (8) zunächst in den Fenstern (29) Bondbögen (17) aufgebondet werden und anschließend die Bondbögen (17) in den Fenstern (29) in eine gummielastische Schicht (6) eingebettet werden, wobei freie Enden (18) der Bondbögen (17) aus der gummielastischen Einbettmasse (7) herausragen.

13. Verfahren nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zum Herstellen einer flächenstrukturierten gummielastischen Schicht (6) mit elektrisch leitenden Komponenten (8) zunächst die gummielastische Einbettmasse (7) mit elektrisch leitenden Komponenten (8), insbesondere mit Nanopartikeln (19) und/oder Metallfasern (15) gemischt wird und anschließend die Fenster (29) mit dieser Mischung aufgefüllt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 11 oder Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zum Aufbringen jeweils einer formstabilen Kontaktplatte  
(9) auf die gummielastische Schicht (6) in den Fenstern  
(29), ein Verbundwerkstoff aus Keramik und Metall auf  
die gummielastische Schicht (6) aufgesputtert und an-  
schließend zu Kontaktplatten (9) strukturiert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 11 oder Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zum Aufbringen jeweils einer formstabilen Kontaktplatte  
(9) auf die gummielastische Schicht (6) in den Fenstern  
(29) zunächst eine Metallschicht (22), anschließend eine  
poröse Keramikschicht (23) mit Durchgangsporen und ab-  
schließend eine Metallschicht (21) unter Auffüllen der  
Durchgangsporen auf dem Halbleiterwafer (25) abgeschie-  
den und anschließend zur Bildung von Kontaktplatten (9)  
auf den Fenstern (29) strukturiert wird.

## Zusammenfassung

Elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip, der flexible Chipkontakte aufweist und Verfahren zur Herstellung dessel-

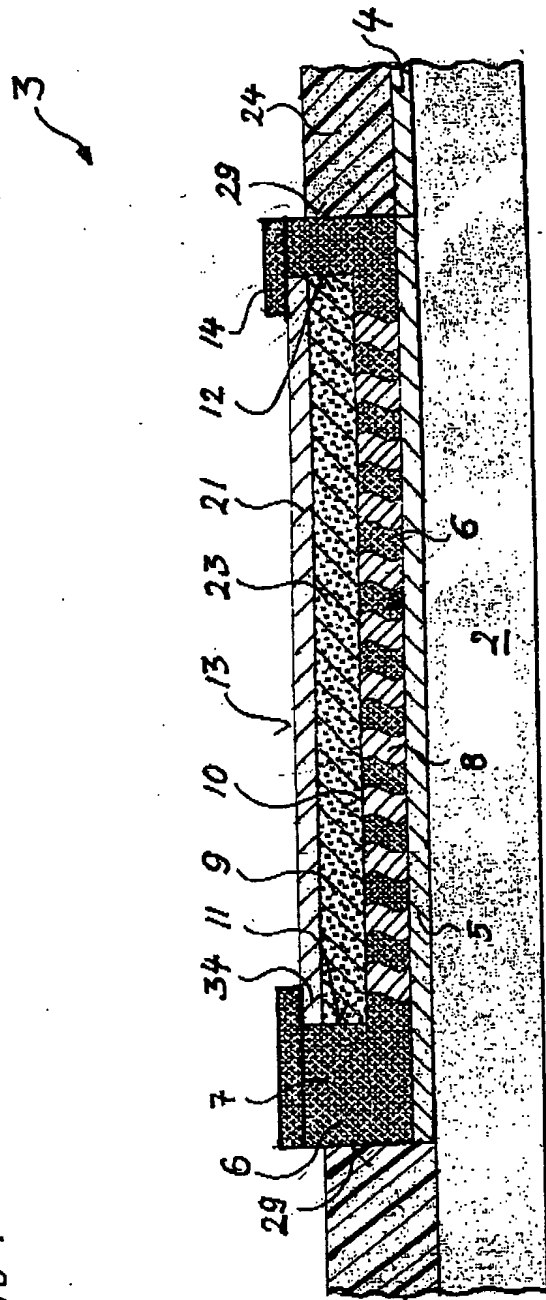
5 ben.

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauteil mit einem Halbleiterchip (2), der flexible Chipkontakte (3) aufweist. Diese flexiblen Chipkontakte (3) sind auf einer obersten Metallisierungslage (4) angeordnet und weisen eine formstabile Kontaktplatte (9) auf, die mit Kontaktflächen (5) der obersten Metallisierungslage (4) über elektrisch leitende Komponenten (8) in einer gummielastischen Einbettmasse (7) verbunden sind. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen elektronischen Bauteils.

10  
15

[Figur 1]

FIG 1



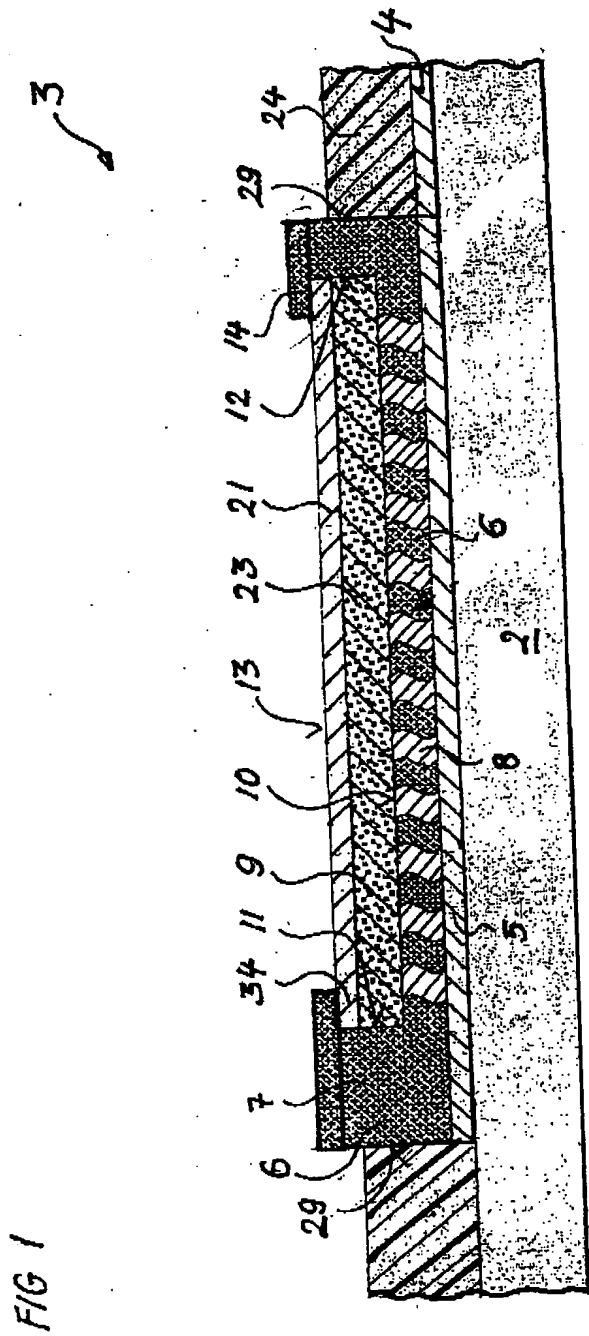






FIG 3

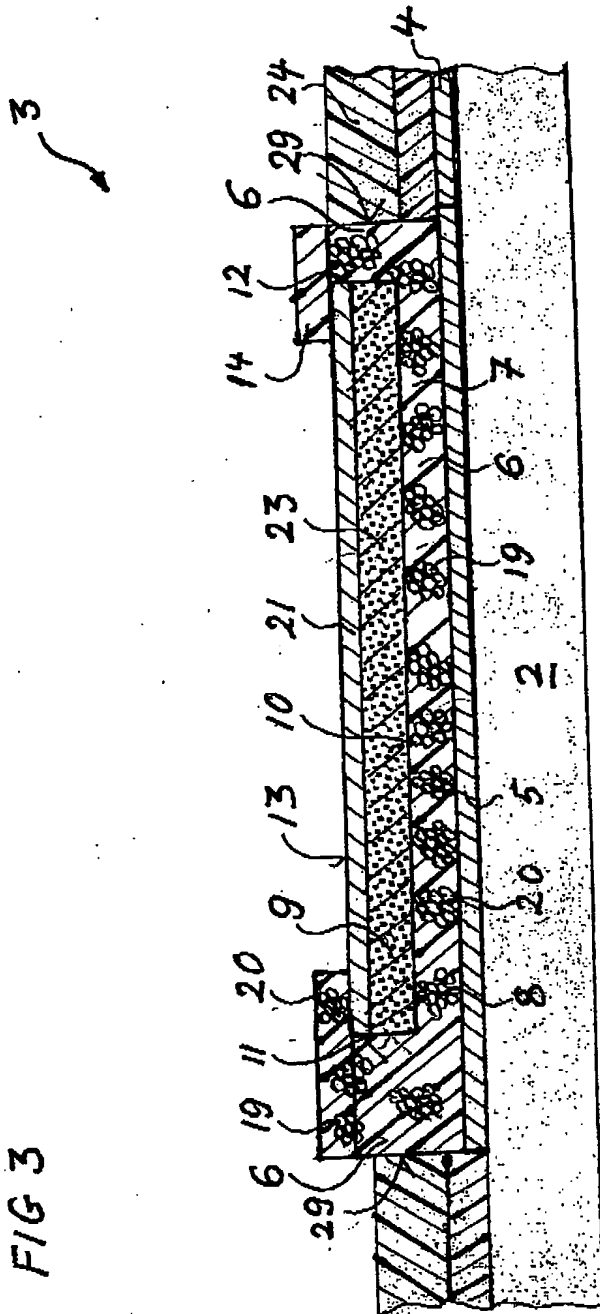
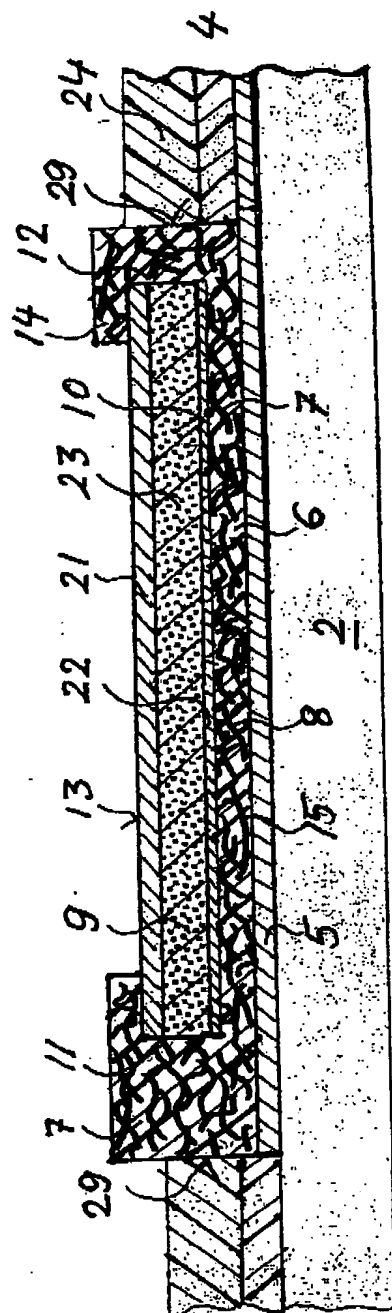
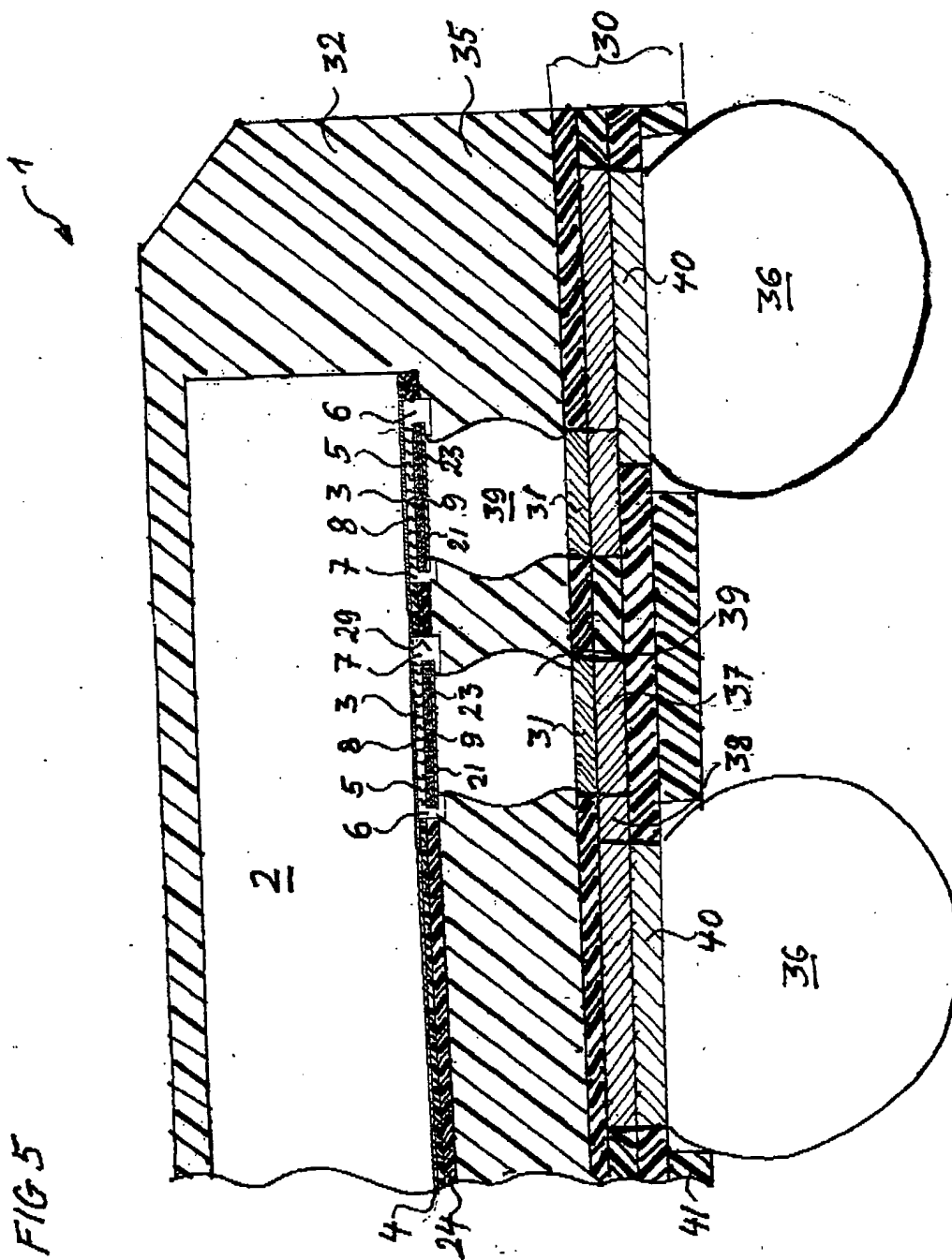


FIG 4





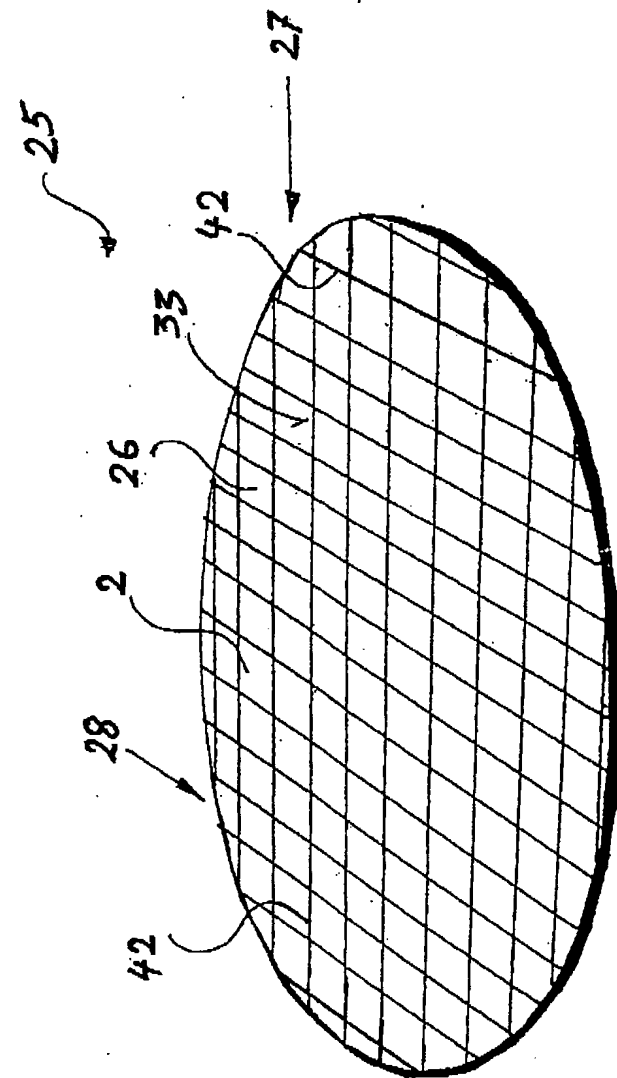


FIG 6

GESAMT SEITEN 37